

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 07147028  
PUBLICATION DATE : 06-06-95

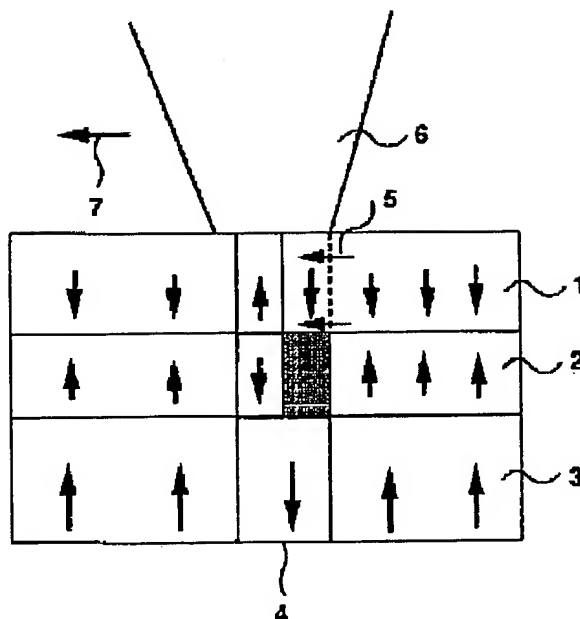
APPLICATION DATE : 24-11-93  
APPLICATION NUMBER : 05293548

APPLICANT : MITSUBISHI CHEM CORP;

INVENTOR : ITO HIDETAKA;

INT.CL. : G11B 11/10 G11B 11/10

TITLE : MAGNETO-OPTICAL RECORDING  
MEDIUM AND REPRODUCING  
METHOD THEREOF



ABSTRACT : PURPOSE: To produce the subject medium capable of obtaining an effect of ultra-high resolution without using a reproduced magnetic field and excellent in long-term stability of a recording bit and in miniaturization of a drive as compared with a conventional ultra-high resolution medium.

CONSTITUTION: In the subject medium, a magnetic layer which consists of three layers of at least reproducing layer 1, cut layer 2 and recording layer 3 and in which these layers are exchanged and bonded each other is provided on a substrate, and when a Curie temp. each of the reproducing layer, the cut layer and the recording layer is  $T_{c1}$ ,  $T_{c2}$  and  $T_{c3}$  respectively,  $T_{c1}$ ,  $T_{c2}$  and  $T_{c3}$  are  $\geq 50^\circ\text{C}$ , and a relation of  $T_{c1} > T_{c2}$  and  $T_{c3} > T_{c2}$  is satisfied. When the magnetic layer is heated to a vicinity of  $T_{c2}$  or more than that by heating by a reproduced light, an exchange bond force between the recording layer and the reproducing layer is reduced or disappears, and only the recorded magnetic domain in a specified magnetization direction is reduced as compared with a time of low temp. in a state in which an outside magnetic field is not impressed because of a force reducing a magnetic wall energy in that temp. region at the reproducing layer 1.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-147028

(43) 公開日 平成7年(1995)6月6日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>  
G 1 1 B 11/10

識別記号 庁内整理番号  
5 0 6 K 9075-5D  
5 8 6 C 8935-5D

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全5頁)

(21) 出願番号 特願平5-293548

(22) 出願日 平成5年(1993)11月24日

(71) 出願人 000005968

三菱化学株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番2号

(72) 発明者 川野 敏史

神奈川県横浜市緑区鴨志田町1000番地 三

菱化成株式会社総合研究所内

(72) 発明者 伊藤 秀高

神奈川県横浜市緑区鴨志田町1000番地 三

菱化成株式会社総合研究所内

(74) 代理人 弁理士 長谷川 暁司

(54) 【発明の名称】 光磁気記録媒体及びその再生方法

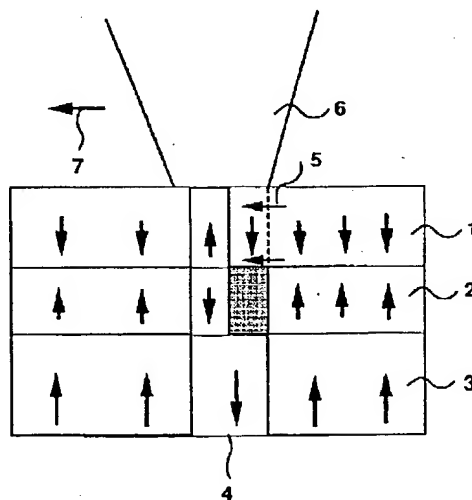
(57) 【要約】

【目的】 本発明は再生磁界を用いることなく超解像の効果が得られ、従来の超解像媒体と比べ記録ビットの長期安定性やドライブの小型化に優れた光磁気記録媒体を提供することを目的とする。

【構成】 少なくとも再生層、切断層、記録層の3層よりなる互いに交換結合した磁性層が基板上に設けられており、再生層、切断層、記録層のキュリー温度を各々  $T_{c1}$ 、 $T_{c2}$ 、 $T_{c3}$  としたときに、 $T_{c1}$ 、 $T_{c2}$ 、 $T_{c3}$  は各々  $50^{\circ}\text{C}$  以上であり、且つ

$T_{c1} > T_{c2}$ 、 $T_{c3} > T_{c2}$

の関係を満たす光磁気記録媒体であって、磁性層は再生光による加熱によって  $T_{c2}$  近傍もしくはそれ以上の温度に加熱された際、記録層と再生層の間の交換結合力が減少するかあるいは無くなり、かつ再生層においてその温度領域では磁壁エネルギーを減少させる力のため、外部磁界が印加されていない状態において、記録された特定の磁化方向の磁区のみが低温時に比べ縮小することを特徴とする光磁気記録媒体。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも再生層、切断層、記録層の3層よりなる互いに交換結合した磁性層が基板上に設けられており、再生層、切断層、記録層のキュリー温度を各々Tc1、Tc2、Tc3としたときに、Tc1、Tc2、Tc3は各々50℃以上であり、且つ  
 $Tc1 > Tc2$ 、 $Tc3 > Tc2$

の関係を満たす光磁気記録媒体であって、

磁性層は再生光による加熱によってTc2近傍もしくはそれ以上の温度に加熱された際、記録層と再生層の間の交換結合力が減少するかあるいは無くなり、かつ再生層においてその温度領域では磁壁エネルギーを減少させる力のため、外部磁界が印加されていない状態において、記録された特定の磁化方向の磁区のみが低温時に比べ縮小することを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項2】 媒体に一定方向に磁界を印加しながら連続光を照射することで消去し、次に逆方向に磁界を印加しながら情報に応じた記録光のパルス照射することで記録される場合、前記磁区の縮小が記録方向から消去方向への磁化の反転によって行われる請求項1に記載の光磁気記録媒体。

【請求項3】 記録トラックを隔てる中間領域が前記消去する方向と同方向にあらかじめ消去されている請求項2に記載の光磁気記録媒体。

【請求項4】 再生層が希土類金属と遷移金属の合金からなり、室温において希土類金属の磁気モーメントが優勢である請求項1に記載の光磁気記録媒体。

【請求項5】 請求項1に記載の光磁気記録媒体を用いて、再生時に磁界を印加せずに再生光により媒体を加熱することで記録された磁区を縮小させながら再生することを特徴とする光磁気記録媒体の再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は光磁気記録媒体及びその記録再生方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 光磁気記録媒体は、高密度、低コストの書き換え可能な情報記録媒体として実用化されている。特に希土類元素と遷移金属のアモルファス合金の記録層を用いた媒体は非常に優れた特性を示している。光磁気ディスクは非常に大容量の記録媒体であるが、社会の情報量の増大に伴いさらなる大容量化が望まれている。

【0003】 この光ディスクの記録密度は通常の場合、その再生光のスポットの大きさで決定付けられる。スポット径の大きさはレーザーの波長が短いほど小さくすることができるため、レーザーの短波長化の検討が進められているが、非常に困難を伴っている。一方、レーザーの波長によって決定される以上の分解能を色々な工夫によって達成しようとする、超解像技術と称される試みが近年行われている。

【0004】 その一つに、光磁気ディスクを用い、多層膜間の交換結合を用いた超解像 (Magnetically induced super resolution, MSR) が報告されている。この方式の一つの形態は、保磁力の小さな再生層、キュリー温度の低いスイッチング層、キュリー温度および保磁力が高い記録層の互いに交換結合した3層からなる媒体を用いる。

【0005】 再生磁界を印加しながら再生光により加熱したとき、媒体の高温部で、交換結合が切れる。再生層は単独での保磁力が小さいので高温部では磁化が一樣に再生磁界の方向を向き記録ビットが消去される。この結果、低温部のみが再生され、結果的に再生範囲が狭くなるため、再生光を絞った場合と同じ効果が得られ、高密度の記録ビットの再生を行うことができる。

【0006】 消去された記録ビットは、媒体温度が低くなり交換結合が回復したときに、記録層から転写されることにより復活する。この方式は、信号を再生光スポットの前端で検出するため、Forward aperture detection (FAD) と呼ばれる。FAD方式の欠点として再生時に再生磁界 (Hr) が必要な点が挙げられる。再生磁界は、通常24000 A/m以上の磁界が必要であり、再生磁界を印加しつつ再生することによって、記録層に記録されたビットが不安定になるという欠点があった。

【0007】 また、記録に必要な磁界より大きな磁界が再生に必要となる可能性もあり、磁気ヘッドを小型化し、装置を簡略化しようとする際に大きな問題となる。特に、磁界変調記録では記録磁界が10000 A/m以下であることも多く、再生磁界の印加が磁気ヘッドには大きな負担となる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、再生磁界が不要でかつ高いCN比が得られる超解像型の光磁気記録媒体およびその記録再生方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明では再生時に磁壁エネルギーを解消する力によりマスクを生成し、超解像効果を与えるものであり、再生磁界が不要でかつ高いCN比が得られる超解像再生を達成するものである。本発明の要旨は、少なくとも再生層、切断層、記録層の3層よりなる互いに交換結合した磁性層が基板上に設けられており、再生層、切断層、記録層のキュリー温度を各々Tc1、Tc2、Tc3としたときに、Tc1、Tc2、Tc3は各々50℃以上であり、且つ  
 $Tc1 > Tc2$ 、 $Tc3 > Tc2$

の関係を満たす光磁気記録媒体であって、磁性層は再生光による加熱によってTc2近傍もしくはそれ以上の温度に加熱された際、記録層と再生層の間の交換結合力が減少するかあるいは無くなり、かつ再生層においてその温度領域では磁壁エネルギーを減少させる力のため、外部

磁界が印加されていない状態において、記録された特定の磁化方向の磁区のみが低温時に比べて縮小することを特徴とする光磁気記録媒体および光磁気記録媒体を用いて、再生時に磁界を印加せずに再生光により媒体を加熱することで記録された磁区を縮小させながら再生することを特徴とする光磁気記録媒体の再生方法に存する。

【0010】本発明の光磁気記録方法を図面を用いて説明する。図1は本発明の光磁気記録方式を示すための光磁気記録媒体の断面図であり、図2はその平面図である。本発明の光磁気記録媒体に記録を行う場合、まず一定方向に磁界を印加しながら連続光を照射して磁化を一方に揃える（消去）。次に逆方向に磁界を印加しながら、情報に応じたパルス光を照射し、消去とは逆方向の磁化による磁区を生成する（記録）。

【0011】低温時において図1の記録ビット4は記録層と再生層においてほぼ同一の大きさを持っている。記録を再生するべく図に示す再生光6を照射した際、記録層3と再生層1の間の交換結合力が小さくなるか、あるいは無くなった際、この領域8において低温時には交換結合力によって抑えられていた再生層内の磁壁エネルギーを低下させようとする力によって高温部では磁壁の長さを減少させる方向に磁区が5の方向に動く。

【0012】この際、記録方向の磁区は消去方向の磁区に囲まれている形になっているから、常に記録方向の磁区が縮小するのがエネルギー的に安定な状態となる。従って、記録方向の磁区の再生時にその高温部分は再生信号に因与せず、従来再生磁場を印加することによって得ていた「マスク」が再生磁場を印加することなく得ることができる。

【0013】この場合、記録トラック9の間の中間領域10も消去と同一の方向に前もって消去されていることが磁区が縮小した際の磁壁エネルギーの安定化を進める上で望ましい。ここで、ランド記録の場合は中間領域はグループ部であり、グループ記録の場合は中間領域はランド部となる。また、長い記録磁区を再生する場合、磁区の中央付近では縮小によるエネルギーの安定化の効果が小さくなり「マスク」を形成できない場合がある。

【0014】しかしこの場合でも、記録磁区の両端では磁区の縮小が起こりマスクが発生するため、隣接する記録磁区との信号の分離性能は向上され超解像効果が得られる。磁壁を移動させる力を大きくするためには、記録磁区の周囲が記録磁区とは反対の方向に均一に磁化されていることが望ましい。

【0015】なぜなら記録磁区以外の磁壁が存在すれば、記録磁区が拡大することが磁壁エネルギーを低下させることもあり得るからである。周囲が均一であって初めてマスクの磁化方向、大きさが均一なものとなる。従って、記録トラックを隔てる中間領域（例えばランド記録の場合はグループ部、グループ記録の場合ならランド部）が消去方向に均一に磁化されていることが好まし

い。

【0016】このような媒体を得るためには、磁壁エネルギーが大きいため再生光によって高温に加熱された部分で磁壁を解消することによるエネルギーの減少が、磁化方向が揃うことによる静磁エネルギーの増加よりも大きく、かつ保磁力に打ち勝つほどの力を持っていないことが好ましい。磁壁エネルギーを充分大きくするには再生層が高い垂直磁気異方性を持つことが必要であり、垂直磁気異方性は、再生時において $8 \times 10^6$  erg/cc以上あることが好ましい。

【0017】磁壁エネルギーは1 erg/cm<sup>2</sup> 以上あることが好ましい。しかし、磁壁エネルギーが大きすぎると記録層の情報が再生層に転写し難くなるため、10 erg/cm<sup>2</sup> 以下であることが好ましい。この垂直磁気異方性や磁壁エネルギーは成膜時のガス圧力等の条件によって調節することが可能である。磁区が縮小して、磁化方向が均一化されると静磁エネルギーの増加が起こる。この増加を極力抑えるためには、再生層の磁化がTc2近傍で小さいことが必要である。

【0018】このため、再生層は室温で希土類金属の磁化が優勢であり、昇温によって磁化が減少する組成が好ましい。Tc2における再生層の好ましい体積磁化率は200 emu/cc以下、さらに好ましくは150 emu/cc以下である。かかる再生層に用いられる物質としては、GdFeCo、GdCo、GdFe、GdDyFe、GdDyCo、GdDyFeCo、GdTbFe、GdTbCo、GdTbFeCo、DyFeCo、DyCo、TbCo、TbFeCo、TbDyFeCo、TbDyCo等の希土類と遷移金属の合金が好ましく用いられる。

【0019】なかでも、Gdを含有する合金を用いるのがキュリー温度や保磁力の点から好ましい。キュリー温度としては、250℃以上であることが好ましい。PtCoや、PtとCoの超格子等の磁性体を単独で、あるいは希土類と遷移金属との合金との積層で再生層として用いることもできる。再生層の垂直磁気異方性を大きくするには、磁性層にある程度の膜応力をもたせて逆磁歪効果による異方性を発生させるのが好ましい。膜応力は大きすぎると膜の耐久性に悪影響を与えるため $1 \times 10^6$  dyne/cm<sup>2</sup> 以上 $5 \times 10^6$  dyne/cm<sup>2</sup> 以下であることが好ましい。再生層の膜厚は、薄い方が磁化が受ける力が大きいので好ましい。しかし、薄すぎる場合、再生信号が小さくなるので8 nm以上、500 nm以下が好ましい。さらに好ましくは、12 nm以上、350 nm以下である。

【0020】切断層は、キュリー温度が再生層や記録層と比べて小さいものである必要がある。切断層のキュリー温度は、100～180℃程度が好ましい。再生層は垂直磁気異方性が高く、再生層の磁化に強い力を発生させるものが好ましい。用いられる物質としては、TbFe、TbFeCo、DyFeCo、DyFe、TbDy

FeCo等の希土類と遷移金属の合金が好ましい。膜厚は2nm以上、30nm以下であることが好ましい。記録層は、安定して記録を蓄えている層であるから、再生ビームで劣化しない大きさのキュリー温度を有していることが必要である。

【0021】キュリー温度の大きさは、200~280℃程度が好ましい。キュリー温度が高すぎると、記録に要するレーザーのパワーが大きくなりすぎてしまう。記録層は、高い垂直磁気異方性を持つことも、再生層の磁化に強い力を与えるために必要である。記録層の物質としては、TbFeCo、TbCo、DyFeCo、TbDyFeCo、GdTbFe、GdTbFeCo等の希土類と遷移金属の合金が好ましく用いられる。記録層の膜厚は10nm以上、50nm以下であることが好ましい。以上の磁性層は、希土類金属と遷移金属の合金を用いた場合、非常に酸化しやすいため、磁性層の両側に保護膜を設けることが好ましい。

【0022】保護膜としては、酸化Si、酸化Al、酸化Ta、酸化Ti、窒化Si、窒化Al、炭化Siなどの単体あるいはそれらの混合物が好ましく用いられる。保護膜の膜厚は50nm~150nm程度が好ましい。基板側の保護膜を作製後、表面をプラズマエッチングすることで磁性層の磁気異方性を向上させることができる。磁性層の記録層側に直接あるいは保護層を介して、放熱層としてAl、Cu、Au、Ag等の単体、あるいはそれを主体とした合金よりなる高熱伝導物質を設けることは、再生時のマスクを安定させるうえで望ましい構成である。放熱層の膜厚は10nm~100nm程度が好ましい。

#### 【0023】

【実施例】以下に実施例をもって本発明をさらに詳細に説明するが、本発明は、その要旨を越えない限り以下の実施例に限定されるものではない。

#### 実施例1

スパッタリング装置に1.6μmのトラックピッチの案内溝を持ったポリカーボネート基板を導入し、5×10<sup>-5</sup>Pa以下の真空度まで排気を行った。この後、保護層として基板上に反応性スパッタリングを用い80nmの酸化Taを形成した。

【0024】次に酸化Ta上に、Gd<sub>29</sub>(Fe<sub>38</sub>Co<sub>20</sub>)<sub>71</sub>(原子%、以下同じ)よりなる30nmの再生層、Tb<sub>26</sub>Fe<sub>56</sub>よりなる15nmの切断層、Tb<sub>21</sub>(Fe<sub>80</sub>Co<sub>20</sub>)<sub>79</sub>よりなる40nmの記録層を設けた。成膜時のArガス圧力は全て0.3Paとした。最後にSiNよりなる80nmの保護層を設けた。再生層、切断層、記録層のキュリー温度を測定したところ、各々300℃以上、120℃、240℃であった。また、再生層は室温においては希土類金属の磁化が優勢であり補償温度は190℃であった。

【0025】その他の層は室温において遷移金属の磁化

が優勢であった。再生層の垂直磁気異方性は120℃において4×10<sup>6</sup>erg/cm<sup>2</sup>であった。再生層の単層における磁壁エネルギーは3erg/cm<sup>2</sup>であった。また、再生層の室温における保磁力はほぼ零でカー一回転角θ<sub>k1</sub>は0.29deg.であり、120℃においては保磁力は14000A/m、体積磁化率は120emu/ccでありカー一回転角θ<sub>k2</sub>は0.34deg.であった。

【0026】このようにして作製したディスクを波長780nm、開口数0.55の評価機を用いてCN比の評価を行った。記録条件は線速7m/s、周波数7MHz、記録パワー9mW、記録duty30%である。まず、グループ部をS方向に24000A/mの磁界を印加しながら連続光を照射し、消去を行った。次にランド部に消去をS方向、記録をN方向として記録を行った。

【0027】記録を行った後、再生磁界を印可しない状態で再生パワーPr=2.0mWで再生を行ったところ48dBのCN比が得られた。さらに、隣接トラックに2MHzで記録を行いクロストークを測定したところ、-30dBと低い値が得られた。

#### 【0028】比較例1

再生層の組成をGd<sub>21</sub>(Fe<sub>80</sub>Co<sub>20</sub>)<sub>79</sub>とした以外は実施例1と同様にしてディスクを作製した。再生層のキュリー温度は300℃以上であった。また、室温で遷移金属の磁化が優勢であり、補償温度は室温以上には存在しなかった。再生層の室温における保磁力は18000A/mでカー一回転角θ<sub>k1</sub>=0.33、120℃における保磁力は16000A/m、体積磁化率は240emu/ccでカー一回転角θ<sub>k2</sub>=0.32であった。120℃において再生層単層での磁壁エネルギーは2.8erg/cm<sup>2</sup>、再生層の垂直磁気異方性は5×10<sup>6</sup>erg/ccであった。

【0029】その後、実施例1と同条件で再生磁界を印可せず再生パワーPr=2.0mWでCN比を測定したところ35dBであった。消去方向に再生磁界を40000A/m印可して再生を行ったところ49dBが得られた。信号の位相の反転は観察されなかった。さらに実施例1と同様にしてクロストークの測定を行ったところ-27dBであった。

#### 【0030】比較例2

再生層の組成をGd<sub>37</sub>(Fe<sub>80</sub>Co<sub>20</sub>)<sub>63</sub>とした以外は実施例1と同様にしてディスクを作製した。再生層のキュリー温度は300℃以上であった。また、室温で遷移金属の磁化が優勢であり、補償温度は室温以上には存在しなかった。再生層の室温における保磁力はほぼ零でカー一回転角θ<sub>k1</sub>=0.12、120℃における保磁力は4800A/m、体積磁化率は430emu/ccでカー一回転角θ<sub>k2</sub>=0.28であった。120℃において再生層単層での磁壁エネルギーは1.2erg/cm<sup>2</sup>、再生層の垂直磁気異方性は7×10<sup>6</sup>erg/ccであった。その後、実施例1と同条件で再生磁界を印可せず再生パワーPr=2.0mWでCN比を測定したところ41dBであった。さ

らに実施例1と同様にしてクロストークの測定を行ったところ-35dBであった。

#### 【0031】比較例3

再生層の成膜時のArガス圧力を0.5Paとした以外は実施例1と同様にしてディスクを作製した。再生層のキュリー温度300℃以上であった。また、室温で希土類金属の磁化が優勢であり、補償温度は190℃であった。

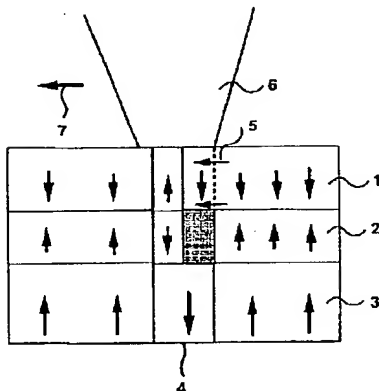
【0032】再生層の室温における保磁力はほぼ零でカー回転角 $\theta_{k1}=0.22$ 、120℃における保磁力は22000A/m、体積磁化率は130emu/ccでカー回転角 $\theta_{k2}=0.31$ であった。120℃において再生層単層での磁壁エネルギーは1.5erg/cm<sup>2</sup>、再生層の垂直磁気異方性は $2 \times 10^6$ erg/ccであった。その後、実施例1と同条件で再生磁場を印可せず再生パワーPr=2.0mWでCN比を測定したところ41dBであった。さらに実施例1と同様にしてクロストークの測定を行ったところ-35dBであった。

#### 【0033】比較例4

実施例1のディスクを用いて、グループ部をS方向に24000A/mの磁界を印可しながら連続光を照射し消去した後、ランド部をN方向に消去しさらにS方向に記録をおこなった。記録方法は実施例1と同一である。さらに再生磁界を印可せずに再生パワーを2.0mW印可し再生を行った。この結果、実施例と比較してノイズが4dB増加し、キャリアが1dB減少しCN比としては約5dB減少した。

#### 【0034】比較例5

【図1】



同一の基板を用い、保護層として酸化Taを90nm、記録層としてTb<sub>21</sub>(Fe<sub>93</sub>Co<sub>7</sub>)<sub>79</sub>を28nm、中間層としてSiNを30nm、反射層としてAlを40nm設けたディスクを作製した。その後、実施例1と同条件で再生磁場を印可せず再生パワーPr=2.0mWでCN比を測定したところ32dBであった。さらに実施例1と同様にしてクロストークの測定を行ったところ-27dBであった。

#### 【0035】

【発明の効果】本発明の光磁気記録媒体及び、その記録再生方法を用いることによって、再生磁界を用いることなしに超解像の効果が得られ、従来の超解像媒体と比べ記録ビットの長期安定性やドライブの小型化に優れた効果を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光磁気記録再生方式を示す断面図。

【図2】本発明の光磁気記録再生方式を示す平面図。

#### 【符号の説明】

- 1 再生層
- 2 切断層
- 3 記録層
- 4 記録磁区
- 5 磁壁の移動方向
- 6 再生光
- 7 再生光の移動方向
- 8 高温部
- 9 記録トラック
- 10 中間領域

【図2】

